

(19) 日本国特許庁 (J P)

(12) 公開特許公報 (A)

(11) 特許出願公開番号

特開平7-288133

(43) 公開日 平成7年(1995)10月31日

(51) Int.Cl.<sup>6</sup>

H 0 1 M 8/02

識別記号

庁内整理番号

R 9444-4K

F I

技術表示箇所

審査請求 未請求 請求項の数 2 F D (全 6 頁)

(21) 出願番号 特願平6-102293

(22) 出願日 平成6年(1994)4月15日

(71) 出願人 000003207

トヨタ自動車株式会社

愛知県豊田市トヨタ町1番地

(72) 発明者 川原 竜也

愛知県豊田市トヨタ町1番地 トヨタ自動車株式会社内

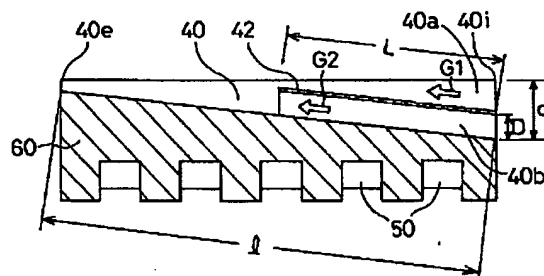
(74) 代理人 弁理士 下出 隆史 (外1名)

(54) 【発明の名称】 燃料電池

(57) 【要約】

【目的】 高負荷時においても低負荷時同様に、電流密度分布をガスの流れ方向に沿って均一にする。

【構成】 単電池の間に挿入されるセパレータ60には、燃料ガス流路溝40が設けられている。燃料ガス流路溝40は、その溝の深さが入口側40iから出口側40eにわたって漸次浅くなるように形成されている。そして、燃料ガス流路溝40内には整流板42が設けられている。整流板42は、断面コの字形の樋状の形状をした樹脂性の板であり、燃料ガス流路溝40を2つの2つのガス流路40a、ガス流路40bに分割している。こうした構成により、高負荷時に、燃料ガス流路溝40の入口側で燃料ガス中の水素が多量に消費されても、水素成分の分圧の高い、まだ水素が消費されていない燃料ガスG2が、燃料ガス流路溝40の出口側に位置する領域に送られる。



1

2

## 【特許請求の範囲】

【請求項1】 電解質を2つの電極で挟持する単電池と、

複数の単電池の間に挿入され、それら単電池を直列接続するセパレータと、

前記単電池とセパレータとの境に設けられ、電気化学反応を発生させる反応ガスを前記単電池の面方向に流すガス流路とを備えた燃料電池において、

前記ガス流路内に、

前記ガス流路の入口部から中途部に至り、前記単電池の表面部分を隔てる側路を形成したことを特徴とする燃料電池。

【請求項2】 前記ガス流路は、当該ガス流路の断面が入口部から出口部にわたって漸次狭くなるように構成された請求項1記載の燃料電池。

## 【発明の詳細な説明】

【0001】

【産業上の利用分野】この発明は、燃料電池に関し、詳しくは、単電池とセパレータとの境に設けられるガス流路の構造に関する。

【0002】

【従来の技術】従来、燃料の有しているエネルギーを直接電氣的エネルギーに変換する装置として燃料電池が知られている。この燃料電池は、通常、電解質を挟んで一對の電極を配置するとともに、一方の電極の表面に水素等の燃料ガスを接触させ、また他方の電極の表面に酸素を含有する酸化ガスを接触させ、このとき起こる電気化学反応を利用して、電極間から電気エネルギーを取り出すようにしている。燃料電池は、燃料ガスと酸化ガスが供給されている限り高い効率で電気エネルギーを取り出すことができる。

【0003】燃料電池は、前述した電解質と両電極とからなる単電池をセパレータを介して複数個積層することで構成されており、燃料ガスおよび酸化ガスは、そのセパレータに形成された流路溝を流すことで、各電極表面との接触が可能となっている。

【0004】ところで、燃料ガスに含まれる水素と酸化ガスに含まれる酸素は、前記流路溝を通過中に、電気化学反応により連続的に消費されることから、流路溝の入口付近では、分圧が高くなり、流路溝の出口に近づくにつれて分圧が小さくなった。そこで、こうした不具合を解消する燃料電池として、流路溝を入口側から出口側にわたって漸次狭くした構成が提案されていた（例えば、特開昭61-256568号公報）。流路溝の出口側を狭くすることにより、その出口側の流速を高めてガス拡散性の向上を図ることができ、この結果、電極面内での発電反応のバラツキが軽減され、ガスの流れ方向に沿って電流密度が均一化された。

【0005】

【発明が解決しようとする課題】しかしながら、こうし

た従来の燃料電池では、高負荷が掛かると、その負荷増に充分に対応しきれなかった。というのは、高負荷が掛かると、流路溝の入口側でガス中の水素や酸素が多量に消費されるため、出口側には充分に水素や酸素が到達せず、出口側部分での反応が低下するため、従来技術のように、出口側の流速をいかに高めても、出口側に到達する水素や酸素は充分でなく、ガスの流れ方向に沿って電流密度を均一化することができないといった問題が生じた。

【0006】この発明の燃料電池は、こうした問題点を鑑みてなされたもので、高負荷時においても、電流密度分布をガスの流れ方向に沿って均一にすることを目的としている。

【0007】

【課題を解決するための手段】このような目的を達成すべく、前記課題を解決するための手段として、以下に示す構成をとった。

【0008】即ち、本発明の燃料電池は、電解質を2つの電極で挟持する単電池と、複数の単電池の間に挿入され、それら単電池を直列接続するセパレータと、前記単電池とセパレータとの境に設けられ、電気化学反応を発生させる反応ガスを前記単電池の面方向に流すガス流路とを備えた燃料電池において、前記ガス流路内に、前記ガス流路の入口部から中途部に至り、前記単電池の表面部分を隔てる側路を形成した構成をとった。

【0009】こうした燃料電池において、好ましくは、前記ガス流路は、当該ガス流路の断面が入口部から出口部にわたって漸次狭くなるように構成してもよい。

【0010】

【作用】以上のように構成された本発明の燃料電池によれば、ガス流路内に形成された側路により、反応ガスはガス流路の入口部から中途部まで複数の流れに分岐し、その分岐した側の反応ガスは単電池の表面部分から隔たってその表面部分に触れることがない。したがって、高負荷時においてガス流路の入口側で反応ガス中の有効成分が多量に消費されるような場合にも、側路により出口側にも新たな反応ガスが送られることから、その出口側でも十分な量の有効成分を受けることができ、電極面内での発電反応のバラツキが軽減される。

【0011】さらに、ガス流路の断面が入口部から出口部にわたって漸次狭くなるように構成されることで、出口側の流速を高めて、より一層の反応ガスの供給効率の向上を図ることが可能である。

【0012】

【実施例】以上説明した本発明の構成・作用を一層明らかにするために、以下本発明の好適な実施例について説明する。

【0013】図1は、本発明の一実施例を適用した固体高分子型の燃料電池1のセル構造の模式図である。この図に示すように、燃料電池1は、そのセル構造として、

3

電解質膜10と、この電解質膜10を両側から挟んでサンドイッチ構造とするガス拡散電極としてのアノード20およびカソード30と、このサンドイッチ構造を両側から挟みつつ燃料ガスの流路溝40および酸化ガス（酸素含有ガス）の流路溝50を形成するセパレータ60とを備える。なお、図1には、電解質膜10、アノード20およびカソード30からなる単電池を1つだけ示したが、実際は、セパレータ60、アノード20、電解質膜10、カソード30、セパレータ60の順に単電池を複数個積層して固体高分子型燃料電池を構成する。

【0014】電解質膜10は、高分子材料、例えばフッ素系樹脂により形成されたイオン交換膜であり、湿潤状態で良好な電気導性を示す。アノード20およびカソード30は、炭素繊維からなる糸で織成したカーボクロスにより形成されており、このカーボクロスには、触媒としての白金または白金と他の金属からなる合金等を担持したカーボン粉がクロスの隙間に練り込まれている。

【0015】セパレータ60は、カーボンを圧縮して不透過としたガス不透過カーボンにより形成されている。セパレータ60には、その一方面にリブ62が形成されており、このリブ62とアノード20の表面とで前記燃料ガスの流路溝40を形成している。また、セパレータ60の他方面にリブ64が形成されており、このリブ64とカソード30の表面とで前記酸化ガスの流路溝50を形成している。なお、これら燃料ガス流路溝40と酸化ガス流路溝50とは、その向きが直行する方向に形成されている。

【0016】セパレータ60の構成について図2および図3を用いてさらに詳しく説明する。これら図に示すように、セパレータ60は、その両面に前述した燃料ガス流路溝40および酸化ガス流路溝50を備える。燃料ガス流路溝40は、その溝の深さが入口部40iから出口部40eにわたって漸次浅くなるように形成されており、その溝内に整流板42が設けられている。整流板42は、断面コの字形の樋状の形状をした樹脂製の板であり、その深さDは、燃料ガス流路溝40の入口部40iの溝の深さdのほぼ2分の1で、その長手方向の長さLは燃料ガス流路溝40の長さlのほぼ2分の1である。整流板42は、コの字の開口部を燃料ガス流路溝40の深さ方向に向けて、その端部42aが燃料ガス流路溝40の入口部40iに位置するように燃料ガス流路溝40内に固着されており、燃料ガス流路溝40内を2つのガス流路40a、ガス流路40bに分割している。なお、整流板42は、樹脂製に換えて、耐腐食性がある材質、例えば、カーボン、セラミック等から形成されたものとしても良い。

【0017】また、酸化ガス流路溝50も、燃料ガス流路溝40と同様に、その溝の深さが入口部50iから出口部（図示せず）にわたって漸次浅くなるように形成さ

4

れており、その溝内には、前記整流板42と同じ整流板52が同様に設けられて、整流板52により酸化ガス流路溝50内は2つのガス流路50a、50bに分割されている。

【0018】こうした燃料電池1のガスの流れについて、次に説明する。図示しない燃料ガス源からアノード20側の燃料ガス流路溝40に燃料ガスが送られると、この燃料ガスは、図3に示すように、燃料ガス流路溝40の入口部40iで整流板42により分岐され、2つのガス流路40a、40bを流れる。図4にはアノード20の表面Sを一点鎖線で示したが、この図に示すように、よりアノード20に近い側のガス流路40aを流れる燃料ガスG1は、アノード20の表面S内を燃料ガス流路溝40の方向に2つの領域S1、S2に分割した際の入口側に位置する領域S1に向かって送られ、他方側のガス流路40bを流れる燃料ガスG2は、その出口側に位置する領域S2に向かって送られる。

【0019】一方、図示しない酸化ガス源からカソード30側の酸化ガス流路溝50に酸化ガスが送られると、この燃料ガスは、燃料ガス流路溝40内の燃料ガスの流れと同様に、酸化ガス流路溝50内を2つのガス流路50a、50bに分岐されて、カソード30の表面内の酸化ガス流路溝50方向に並列した2つの領域に向かってそれぞれ送られる。

【0020】以上詳述した、この実施例の燃料電池1によれば、高負荷時に、燃料ガス流路溝40の入口側に位置するアノード20上の領域S1で燃料ガス中の水素が多量に消費されても、領域S1に燃料ガスG1を送るガス流路40aとは独立したガス流路40bから新たな燃料ガスG2が、燃料ガス流路溝40の出口側に位置する領域S2に送られることから、その領域S2に水素成分の分圧の高い、まだ水素が消費されていない燃料ガスを供給することができる。このため、アノード20の表面Sでの発電反応のバラツキを軽減することができ、この結果、電流密度分布をガスの流れ方向に沿って均一にすることができる。また、同様な理由で、カソード30の表面での発電反応のバラツキを軽減することができ、カソード側においても電流密度分布をガスの流れ方向に沿って均一にすることができる。これらの結果、ガスの流れ方向の温度分布を均一にできることから、燃料電池1の局所的な劣化を抑制し、延いては燃料電池1の長寿命化を図ることができる。また、高電流密度域においても安定した出力特性を維持できることから、電池性能の向上を図ることができる。

【0021】前記燃料電池1の性能を確かめるために行なった実験について、次に説明する。この実験に用いた燃料電池1の諸元からまず説明する。燃料電池1として積層された単電池は1つで、各部の寸法は次のようなものである。アノード20およびカソード30は、1辺の長さ100mmで、面積100cm<sup>2</sup>であり、両面に触

5

媒として白金を $0.5\text{mg}/\text{cm}^2$ 担持したものである。アノード20に形成した燃料ガス流路溝40は、溝幅1mm、溝と溝の間隔1mm、溝の入口部40iでの深さ3mm、出口部40eでの深さ1mmである。カソード30に形成した酸化ガス流路溝50は、溝の出口部50eの深さは2mmで、それ以外の溝幅、溝間隔、溝の入口部50iでの深さについては燃料ガス流路溝40と同じ寸法である。

【0022】この実験の内容は、次のようなものである。前記単電池を75℃に温調し、燃料ガス流路溝40 10  
には、水温80℃でパブラによって加湿した、 $\text{H}_2:\text{C}^*$

6

\* $\text{O}_2$ の比が3:1のメタノール改質ガスを供給し、酸化ガス流路溝50には、水温60℃でパブラによって加湿した空気を供給する。そうして、この燃料電池1について放電試験を行なった。なお、このときのガス圧は、両電極側共、絶対圧3at ( $3 \times 9.80665 \times 10^4 \text{Pa}$ )に設定し、流量は各電流密度に対し反応ガスが理論消費量の1.5倍になるように設定した。この実験結果を以下の表に示した。

【0023】

【表1】

電流密度 ( $\text{A}/\text{cm}^2$ )		0.5	1.0	1.5	2.0
端子間電圧	整流板有	1	0.93	0.88	0.87
	整流板無	0.97	0.87	0.64	放電せず

【0024】上記表には、比較例として、整流板42、52を設けず、それ以外は全く同一の条件で行なった場合の実験結果も示した。なお、表中の値は、放電により検出された端子間電圧を、整流板有で、電流密度 $0.5 \text{A}/\text{cm}^2$ の時の端子間電圧を1としたときの相対値で示した。

【0025】上記表から、燃料電池1は、整流板42、52を設けることで、整流板42、52が無いものに比較して、電流密度を変化させても安定した端子間電圧を得ることができ、電池性能に優れていることがわかる。

【0026】また、上記実施例の燃料電池1では、通常、実験で行なったように、電解質の湿潤状態を保つために反応ガスの加湿を行なうが、こうした場合に、従来、ガス流路の入口側から出口側へ反応ガス中の水蒸気分圧に差が生じ、電極面内の含水率にバラツキが発生した。これに対して、この燃料電池1では、電極面内の含水率のバラツキを軽減して、電解質膜10の導電性の均一化を図ることができ、局部的なドライアップを防止することができる。

【0027】なお、前記実施例の燃料電池1では、燃料ガス流路溝40に1枚の整流板42を設けていたが、これに換えて、2枚の整流板101、102を設ける構成としてもよい。整流板101、102は、前記実施例の整流板42と同様に、断面コの字形の樋状の形状をした樹脂性の板であり、両者が燃料ガス流路溝40内に積層される。こうした構成により、燃料ガス流路溝40内は、3つのガス流路111、112、113に分岐される。従って、アノード20の表面内の燃料ガス流路溝40方向に並列した3つの領域に向かって、独立した新たな燃料ガスを供給することができる。このため、燃料ガス流路溝40の方向の位置に関わらず、アノード20の表面に水素分圧の高い燃料ガスを供給することができ、アノード20の表面での発電反応のバラツキを軽減して、電流密度分布をガスの流れ方向に沿って均一にする

ことができる。なお、カソード30側の酸化ガス流路溝50も同様に、2枚の整流板を用いて3つのガス流路を設ける構成としてもよい。

【0028】また、整流板を3枚以上として、燃料ガス流路溝40および酸化ガス流路溝50内をより多くのガス流路に分割するように構成すれば、電流密度分布をガスの流れ方向に沿ってより均一化することができる。

【0029】さらに、前記実施例の燃料電池は、セパレータ60にリブ62、64を設けて燃料ガスおよび酸化ガスの流路溝40、50を形成する、いわゆるリブ付セパレータ型のものであるが、これに換えて、アノード20およびカソード30にリブを設けて燃料ガスおよび酸化ガスの流路溝を形成する、いわゆるリブ付電極型のものとしてもよい。この構成においても、同様に、整流板を用いて流路溝を複数に分岐することで、前述した実施例と同様な効果を奏することができる。

【0030】さらにまた、前記実施例に換えて、燃料ガス流路溝40を、入口部から出口部にわたって断面が変わらない形状とし、その入口部から中途部に至る範囲に、その溝の深さ方向を2分割する仕切板を設けるように構成してもよい。この構成によれば、最も簡単な構成でありながら、電流密度分布をガスの流れ方向に沿って均一化することが可能となる。

【0031】以上本発明の実施例について説明したが、本発明はこうした実施例に何等限定されるものではなく、例えば、固体高分子型の燃料電池に換えて、りん酸型のもの、あるいは熔融炭酸塩型のものとした構成等、本発明の要旨を逸脱しない範囲内において、種々なる態様で実施し得ることは勿論である。

【0032】

【発明の効果】以上説明したように本発明の燃料電池では、高負荷時においても低負荷時同様に、反応ガスの流れ方向に沿って電流密度を均一化することができる。この結果、反応ガスの流れ方向の温度分布を均一にできる

7

8

ことから、電池の局所的な劣化を抑制し、延いては電池の長寿命化を図ることができる。また、高電流密度域においても安定した出力特性を維持できることから、電池性能の向上を図ることができる。

【0033】また、燃料電池では、通常、電解質の湿潤状態を保つために反応ガスの加湿を行なうが、こうした場合に、従来、ガス流路の入口側から出口側へ反応ガス中の水蒸気分圧に差が生じ、電極面内の含水率にバラツキが発生した。これに対して、本発明の燃料電池では、電極面内の含水率のバラツキを軽減して、電解質の導電性の均一化を図ることができる。

【図面の簡単な説明】

【図1】本発明の実施例を適用した燃料電池1のセル構造の模式図である。

【図2】燃料電池1のセパレータ60の分解斜視図である。

【図3】図2のA-A'線方向の断面図である。

【図4】燃料ガス流路溝40で分岐された燃料ガスG1、G2と接触するアノード20の表面Sを示す説明図である。

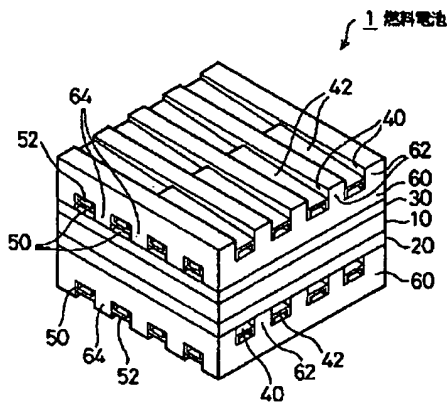
【図5】前記実施例の変形例を示すセパレータの断面図

である。

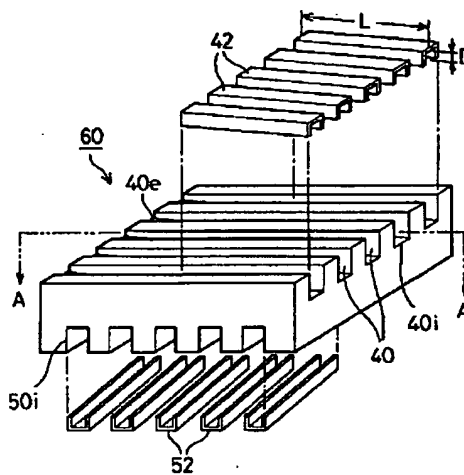
【符号の説明】

- 1…燃料電池
- 10…電解質膜
- 20…アノード
- 30…カソード
- 40…燃料ガス流路溝
- 40a, 40b…ガス流路
- 40e…出口部
- 40i…入口部
- 42…整流板
- 50…酸化ガス流路溝
- 50a, 50b…ガス流路
- 50e…出口部
- 50i…入口部
- 52…整流板
- 60…セパレータ
- 62…リブ
- 64…リブ
- 101, 102…整流板
- 111, 112, 113…ガス流路

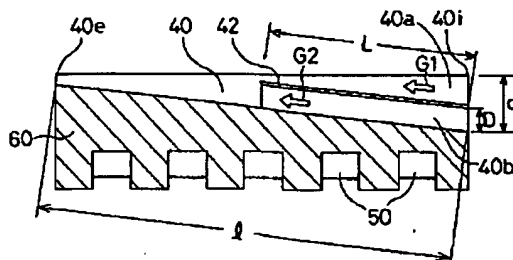
【図1】



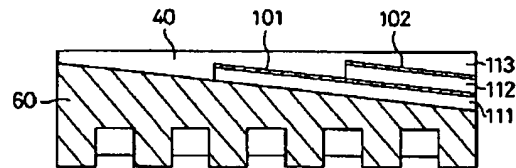
【図2】



【図3】



【図5】



【図4】

